

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 1293.1270

In re Patent Application of:

Jeong-kwan LEE, et al.

Application No.:

Filed: October 19, 2001

For: MICRO-LENS BUILT-IN VERTICAL CAVITY SURFACE EMITTING LASER

Group Art Unit: Unassigned  
Examiner: Unassigned

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No. 2000-61983

Filed: October 20, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

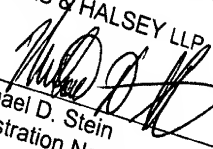
Date: October 19, 2001

700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:

  
Michael D. Stein  
Registration No. 37,240

11000 U.S. PRO  
09/982086  
10/19/01

5511116  
2004.12.12  
11000 U.S. PRO  
09/982086  
10/13/01



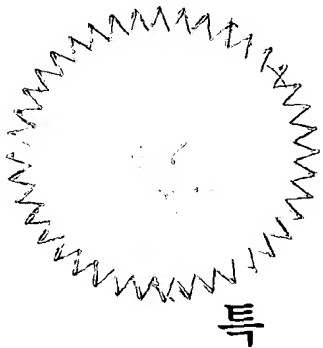
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 61983 호  
Application Number

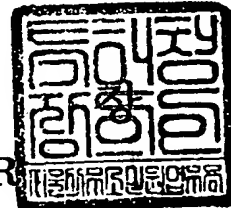
출원 년 월 일 : 2000년 10월 20일  
Date of Application

출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



2001 년 02 월 05 일

특 허 청  
COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2000.10.20
【국제특허분류】	H01S
【발명의 명칭】	마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저
【발명의 영문명칭】	Vertical cavity surface emitting laser having micro-lens
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【포괄위임등록번호】	1999-009578-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이정관
【성명의 영문표기】	LEE, Jeong Kwan
【주민등록번호】	640926-1011717
【우편번호】	431-060
【주소】	경기도 안양시 동안구 관양동 1589 한가람세경아파트 506동 1505호
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

이재훈

**【성명의 영문표기】**

LEE, Jae Hoon

**【주민등록번호】**

620801-1162912

**【우편번호】**

442-470

**【주소】**경기도 수원시 팔달구 영통동 968 신나무실 신명아파트  
632동 806호**【국적】**

KR

**【심사청구】**

청구

**【취지】**

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

최흥수 (인) 대리인

이해영 (인)

**【수수료】****【기본출원료】**

20 면 29,000 원

**【가산출원료】**

11 면 11,000 원

**【우선권주장료】**

0 건 0 원

**【심사청구료】**

14 항 557,000 원

**【합계】**

597,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저가 개시되어 있다. 개시된 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 마이크로 렌즈가 활성층의 광 발생영역에 일 초점을 가진다. 또한, 개시된 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 후라운호퍼 회절 조건을 만족하는 크기의 윈도우를 구비하여, 윈도우에서의 후라운호퍼 회절이 마이크로 렌즈의 집속력에 의해 상쇄되도록 되어 있다.

이와 같은 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는 평행광을 출사시킬 수 있어, 이를 광통신이나 광신호를 이용한 인터페이스 분야 등의 광전송 시스템, 기록재생장치용 광헤드 등의 광학 시스템에 채용하면, 집속렌즈 또는 콜리메이팅렌즈가 불필요하므로, 광축 정렬 구조가 간단하여, 광학 시스템 구축 비용을 크게 줄일 수 있다.

**【대표도】**

도 2

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저{Vertical cavity surface emitting laser having micro-lens}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 표면광 레이저의 일예를 개략적으로 보인 도면,

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 개략적으로 보인 도면,

도 3 및 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저가 수학식 1을 만족하도록 형성되면, 그로부터 대략적으로 평행한 레이저광이 출사되는 원리를 설명하기 위하여, 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저를 기하광학적인 측면에서 도시한 도면,

도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 개략적으로 보인 도면,

도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 개략적으로 보인 도면,

도 7 및 도 8은 본 발명의 제3실시예에 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저로부터 대략적으로 평행한 레이저광이 출사되는 원리를 설명하기 위한 도면.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

100,200...기판

110,210...하부반사기층

120...활성층

140,240...상부반사기층

150...렌즈층

155,205,355...마이크로 렌즈

160,260...상부전극

170,270...하부전극

180,280,380...윈도우

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 레이저광이 출사되는 쪽에 마이크로 렌즈가 일체로 형성된 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저(vertical cavity surface emitting laser)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 평행광을 출사시킬 수 있도록 된 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저에 관한 것이다.

<14> 일반적으로 표면광 레이저는 반도체 물질층의 적층 방향으로 광을 출사하기 때문에, 다른 광학소자와의 광학적 결합이 용이하고 설치가 쉬울 뿐만 아니라, 이차원 배열을 갖도록 제조가 가능하여, 광통신 및 광신호를 이용한 인터페이스 기술등의 광전송 시스템이나 기록/재생용 광헤드에서 광원으로 널리 응용될 수 있다.

<15> 도 1을 참조하면, 종래의 표면광 레이저는 기판(10)과, 상기 기판(10) 상에 순차로 적층 형성된 하부반사기층(11), 활성층(12), 고저항부(13) 및 상부반사기층(14)과, 상기 상부반사기층(14)상의 광이 출사되는 윈도우(18)를 제외한 영역에 형성된 상부전극(16)과, 상기 기판(10)의 하면에 형성된 하부전극(17)으로 이루어져 있다.

<16> 상기 하부반사기층(11) 및 상부반사기층(14)은 굴절율이 서로 다른 화합물 반도체



를 교대로 적층하여 형성된 브래그반사기(DBR:Distributed Bragg Reflector)로, 서로 다른 형으로 도핑되어 있다. 즉, 상기 기관(10)은 n형으로 도핑되어 있으며, 상기 하부반사기층(11)은 상기 기관(10)과 같은 형인 n형, 상기 상부반사기층(14)은 p형으로 도핑되어 있다.

- <17>       상기 고저항부(13)는 상,하부전극(16)(17)을 통해 인가된 전류가 상기 활성층(12)의 중앙부쪽으로 흐르도록 전류의 흐름을 가이드한다.
- <18>       상기 활성층(12)은 상기 상,하부전극(16)(17)에서 인가된 전류에 의해 상기 상,하부반사기층(14)(11)에서 공급된 정공과 전자의 결합에 의해 광이 발생하는 영역이다.
- <19>       상기 활성층(12)에서 발생된 광은 상기 상,하부반사기층(14)(11)에서 반복적으로 반사되면서 그 공진 조건에 맞는 파장의 광만이 살아남고, 이 살아남은 광은 상기 윈도우(21)를 통해 출사된다.
- <20>       상기와 같은 종래의 표면광 레이저에서 상기 윈도우(18)를 통해 출사되는 레이저광은 소정의 방사각을 가진다.
- <21>       따라서, 상기와 같은 표면광 레이저를 예를 들어, 광케이블을 채용한 광전송 시스템의 광원으로 사용할 때, 표면광 레이저에서 출력된 광을 광케이블로 효율적으로 광커플링시키기 위해, 표면광 레이저와 광케이블의 입력단 사이에 표면광 레이저에서 출력되는 발산광을 집속광으로 바꾸어주는 집속렌즈를 구비해야 한다.
- <22>       또 다른 예로서, 상기와 같은 종래의 표면광 레이저를 광디스크와 같은 기록매체의 정보를 비접촉식으로 기록재생하는 광기록재생장치용 광헤드의 광원으로 사용하려면, 광헤드는 종래의 표면광 레이저에서 출사된 발산광을 평행광으로 바꾸어주기 위한 콜리

메이팅렌즈를 채용해야 한다.

<23> 즉, 상기와 같은 종래의 표면광 레이저는 윈도우를 통하여 발산광을 출력시키기 때문에, 광학 시스템을 구성하기 위해서는 표면광 레이저의 출력측에 별도의 집속렌즈 또는 콜리메이팅렌즈를 채용해야 한다.

<24> 따라서, 광학 시스템 구성시 부품수가 많을 뿐만 아니라, 상기 표면광 레이저에서 출사된 레이저광의 중심축과 렌즈를 광축 정렬시키는 과정을 필요로 하므로, 광축 정렬 구조가 복잡한 단점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상기한 바와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로, 광학 시스템 구성시 별도의 집속 렌즈 또는 콜리메이팅 렌즈가 필요 없도록 평행광을 출력시킬 수 있도록 된 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 고 반사율을 갖도록 적층 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 적층 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층 상에 레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 렌즈층과; 상기 상부반사기층 위쪽의 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면에 형성된 하부전극;을 포함하며, 광 발생영역으로부터 상기 마이크로 렌즈의 광축 상의 정점까지의

거리를  $f$ , 상기 마이크로 렌즈의 곡률 반경을  $R$ , 상기 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈까지 광이 경유하는 매질의 유효굴절율을  $n_1$ , 상기 마이크로 렌즈를 경유하여 출사된 광이 진행하는 매질의 굴절율을  $n_2$ 라 할 때,  $f = R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ 을 만족하도록 형성된 것을 특징으로 한다.

<27> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 고 반사율을 갖도록 적층 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 적층 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층 상에 레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 렌즈층과; 상기 상부반사기층 위쪽의 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면에 형성된 하부전극;을 포함하며, 상기 윈도우는 후라운호퍼 회절 조건을 만족하면서 상기 활성층에서 발생되어 상기 윈도우쪽으로 진행하는 광의 빔 크기보다 작은 최대폭을 가지며, 상기 윈도우에서의 후라운호퍼 회절이 상기 마이크로 렌즈의 집속력에 의해 상쇄되도록 된 것을 특징으로 한다.

<28> 여기서, 상기 윈도우의 최대폭을  $D$ , 상기 마이크로 렌즈의 초점 길이를  $f$ , 출사되는 레이저 광 파장을  $\lambda$ 라 할 때, 상기 최대폭  $D$ 와 초점 길이  $f$ 의 관계가

$$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$$

을 만족하도록 된 것이 바람직하다.

<29> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 형

성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 높은 반사율을 갖도록 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층상에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면의 레이저광이 출사되는 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 하부전극;을 포함하며, 광 발생영역으로부터 상기 마이크로 렌즈의 광축 상의 정점까지의 거리를  $f$ , 상기 마이크로 렌즈의 곡률 반경을  $R$ , 상기 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈까지 광이 경유하는 매질의 유효 굴절율을  $n_1$ , 마이크로 렌즈를 경유하여 출사된 진행하는 매질의 굴절율을  $n_2$ 라 할 때,  $f = R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ 을 만족하도록 형성된 것을 특징으로 한다.

<30>     상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 높은 반사율을 갖도록 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층 상에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면의 레이저광이 출사되는 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 하부전극;을 포함하며, 상기 윈도우는 후라운호퍼 회절 조건을 만족하면서 상기 활성층에서 발생되어 상기 윈도우로 진행한 광의 빔 크기보다 작은 최대폭을 가지며, 상기 윈도우에서의 후라운호퍼 회절이 상기 마이크로 렌즈의 집속력에 의해 상쇄되도록 된 것을 특징으로 한다.

<31>     여기서, 상기 윈도우의 최대폭을  $D$ , 상기 마이크로 렌즈의 초점 길이를  $f$ , 출사되는 레이저 광 파장을  $\lambda$ 라 할 때,  $D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$ 을 만족하도록 된 것이 바람직하다.

<32>     이하, 첨부된 도면들을 참조하면서 본 발명에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광

레이저의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.

- <33> 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 개략적으로 보인 도면이다.
- <34> 도면을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 기판(100)과, 기판(100) 하면에 형성된 하부전극(170)과, 기판(100) 상에 순차로 적층 형성된 하부반사기층(110), 활성층(120) 및 상부반사기층(140)과, 상부반사기층(140) 상에 형성된 렌즈층(150)과, 레이저광을 출사시키기 위한 윈도우(180)를 제외한 영역에 형성된 상부전극(160)을 포함하여 구성된다.
- <35> 상기 기판(100)은 예컨대, n형으로 도핑된 GaAs, AlGaAs, InAs, InP, GaP, InGaP, InGaAs 또는 GaP 등의 반도체 물질로 되어 있다.
- <36> 상기 하부반사기층(110)과 상부반사기층(140)은 굴절율이 서로 다른 반도체 화합물을 교대로 적층하여 형성된다. 예를 들어, 상기 상, 하부반사기층(140)(110)은 굴절율이 서로 다른 AlGaAs층을 반복적으로 적층하여 형성된다.
- <37> 이때, 도 2에 도시된 바와 같이 발생된 레이저광이 대부분 상부반사기층(140)을 통하여 출사되는 구조인 경우, 상부반사기층(140)은 상대적으로 낮은 반사율을 갖고, 하부반사기층(110)은 상부반사기층(140)보다 고 반사율을 갖도록 형성된다. 이러한 반사율은 반도체 화합물의 적층수에 따라 달라지므로, 상기 상부반사기층(140)이 하부반사기층(110)보다 작은 적층수를 갖도록 형성하면 상부반사기층(140)의 반사율을 하부반사기층(110)보다 작게 할 수 있다. 여기서, 상기 기판(100)이 n형인 경우, 하부반사기층(110)은 상기 기판(100)과 같은 형인 n형, 상부반사기층(140)은 p형 불순물로 각각 도핑된다.

- <38>      상기 상부반사기층(140)과 하부반사기층(110)은 상,하부전극(160)(170)을 통해 인가된 전류에 의하여 전자와 정공의 흐름을 유도하며, 활성층(120)에서 발생된 광을 반사시켜 그 공진조건에 맞는 광만이 상기 상부반사기층(140)을 통하여 출사되도록 한다.
- <39>      상기 활성층(120)은 상기 상,하부반사기층(140)(110)에서 제공된 정공과 전자의 재결합으로 인한 에너지 천이에 의하여 광을 생성하는 영역으로 단일 또는 다중 양자-우물 구조, 초격자(super lattice) 구조 등을 가진다. 여기서, 상기 활성층(120)은 표면광 레이저의 출사 파장에 따라 예컨대, GaAs, AlGaAs, InGaAs, InGaP 및/또는 AlGaAsP 등으로 이루어진다.
- <40>      한편, 상기 상부반사기층(140)의 일부 영역에는 그 중앙부에 상부전극(160)을 통해 인가된 전류가 흐를 수 있는 개구(aperture:130a)를 구비하여 전류 흐름을 가이드하는 고저항부(130)가 더 형성되어 있다. 여기서, 상기 고저항부(130)는 하부 반사기층(140)의 일부 영역에 형성될 수도 있다.
- <41>      상기 고저항부(130)는 상부반사기층(140) 중간에 예비산화층(미도시)을 적층하고, 이 예비산화층을 산화분위기에 노출시켜 그 외측부로부터 산화된 산화 절연막 즉, 고저항영역을 형성하는 선택적 산화법에 의해 형성되거나 양성자와 같은 이온을 주입하여 형성된다. 이때, 상기 고저항부(130)는 개구(130a)의 크기 조절이 보다 용이한 산화에 의해 형성되어, 보다 양호한 광학적 안내 특성을 갖도록 된 것이 바람직하다.
- <42>      본 실시예에 있어서, 상기 개구(130a)는 가능한한 작은 크기로 형성되어, 상부전극(160)을 통해 인가된 전류가 가능한한 좁은 범위내에서 활성층(120)을 경유하도록 하여, 상기 활성층(120)의 보다 좁은 영역(이상적으로는 점)에서 광이 발생되도록 된 것이 바람직하다.

- <43> 이와 같이 본 제1실시예에 따른 표면광 레이저가 활성층(120)의 가능한 좁은 영역내에서 광이 발생하도록 마련되면, 그 광 발생영역은 이상적으로는 점이 될 수 있으며, 상기 광 발생영역으로부터 렌즈층(150)쪽으로 진행하는 광은 상기 광 발생영역을 원점으로 하는 발산광에 가깝게 된다.
- <44> 상기 렌즈층(150)은 소정 두께 예컨대, 수  $\mu\text{m}$  두께로 되어 있으며, 상부반사기층(140) 상에 적층 형성될 수 있다. 상기 렌즈층(150)은 상부반사기층(140)을 투과하여 출사되는 레이저광을 흡수하지 않고 투과시키도록 표면광 레이저에서 발진된 파장보다 상대적으로 밴드갭이 큰 물질로 이루어진 것이 바람직하다. 또한, 렌즈층(150)이 상부반사기층(140) 위에 직접 형성된 구조인 경우, 상기 렌즈층(150)은 상부반사기층(140)을 이루는 물질과 격자 정합(lattice matching)되는 물질로 이루어진 것이 바람직하다.
- <45> 예를 들어, 표면광 레이저가 대략 500 nm 내지 900nm 사이에 있는 파장대역의 레이저광을 출사하도록 된 경우, 상기 렌즈층(150)은 인듐 갈륨 포스파이드(InGaP)로 형성된다. 물론, 요구되는 출사 레이저광 파장 예컨대, 850nm, 780nm, 660nm에 따라, 인듐과 갈륨의 조성비는 바뀐다.
- <46> 다른 예로서, 표면광 레이저가 대략 980 nm 파장대역의 레이저광을 출사하도록 된 경우, 상기 렌즈층(150)은 갈륨 아세나이드(GaAs)로 형성된다.
- <47> 이외에도, 표면광 레이저의 출사 레이저광 파장에 따라, 상기 렌즈층(150)은 인듐 포스파이드(InP), 갈륨 아세나이드(GaAs), 인듐 아세나이드(InAs), 갈륨 포스파이드(GaP), 인듐 갈륨 포스파이드(InGaP), 인듐 갈륨 아세나이드(InGaAs)를 포함하는 III-V 족 화합물 반도체나 실리콘 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 물질로 형성될 수 있다.

- <48>      상기 렌즈층(150)의 레이저광이 출사되는 윈도우(180) 영역 쪽에는 마이크로 렌즈(155)가 형성되어 있다. 그러므로, 출사되는 레이저광은 상기 렌즈층(150)을 경유하면서 그 마이크로 렌즈(155)에 의해 집속되어 출사된다.
- <49>      상기 마이크로 렌즈(155)는 확산제어식각에 의해 형성된다. 즉, 렌즈층(150)상에 개구를 갖는 식각 마스크(미도시)를 형성하고, 이를 렌즈층 물질에 대해 확산제어식각을 일으키는 브롬( $\text{Br}_2$ )과 같은 식각제가 적절한 농도로 포함된 화학식각액에 소정 시간동안 담그면, 화학식각액에 포함된 식각제 예컨대, 브롬의 확산에 따른 공간적 식각속도의 차이에 의해 렌즈층(150)의 개구에 노출된 부분이 식각되어 볼록한 형상의 마이크로 렌즈(155)가 형성된다.
- <50>      확산 제어식각에 의해 본 발명에 따른 마이크로 렌즈(155)를 제조하는 방법은, 본 출원인에 의해 대한민국 특허 출원 제00-5485호의 '마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저 및 그 제조방법(출원일 2000. 2. 3)' 및 대한민국 특허 출원 제00-2604호의 '마이크로 렌즈 및 그 제조방법(특허 출원 제99-5513의 국내우선권, 출원일 2000. 1. 20)에 개시한 바와 같으므로, 여기서는 그 제조 방법에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- <51>      상기 상부전극(160)은 상기 렌즈층(150) 위 또는 상부반사기층(140)과 렌즈층(150) 사이에 형성된다. 도 2는 상기 상부전극(160)이 렌즈층(150) 위에 형성된 경우를 예시한 것이다. 상기 하부전극(170)은 상기 기판(100)의 하면에 형성된다.
- <52>      한편, 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저는 고저항부(130)에 의해 한정된 개구(130a)보다 큰 최대폭을 갖는 윈도우(180)를 가진다. 이 윈도우(180)는 도 2에 도시된 바와 같이, 상부전극(160) 및 마이크로 렌즈(155)에 의해 한정된다.



<53> 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저는, 상기 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈(155)의 광축상의 정점까지의 거리가 상기 마이크로 렌즈(155)의 초점 거리가 되도록 마련된다.

<54> 즉, 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈(155)의 광축 상의 정점까지의 거리를  $f$ , 마이크로 렌즈(155)의 곡률 반경을  $R$ , 광 발생영역으로부터 렌즈층(150)에 이르는 광경로 상의 매질(즉, 상부반사기층(140)과 렌즈층(150))의 유효 굴절율을  $n_1$ , 마이크로 렌즈(155)를 지나 레이저광이 진행하는 영역 예컨대, 공기영역의 굴절율을  $n_2$ 라 할 때, 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저는 수학식 1을 만족하도록 형성된다.

<55> 【수학식 1】

$$f = R \times n_1 / (n_2 - n_1)$$

<56> 따라서, 상기 마이크로 렌즈(155)는 상기 광 발생영역에 일 초점을 갖는 대략적인 평볼록렌즈가 되어, 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저로부터는 대략적으로 평행한 레이저광이 출사된다.

<57> 따라서, 상기와 같이 구성된 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저에서는, 상,하부전극(160)(170)을 통해 순방향 바이어스 전류가 인가되면, 인가된 전류가 상기 고저항부(130)에 의해 가이드되어 활성층(120)의 중앙부의 좁은 지점을 통하여 흐르고, 상,하부반사기층(140)(110)에서 발생된 전자와 정공이 상기 지점에서 재결합하여 광으로 발생된다. 이 발생된 광 중 상,하부반사기층(140)(110) 사이를 오가면서 그 공진조건에 맞는 특정 파장의 광(결과적으로 출사되는 레이저광)만이 살아남아 증폭되고, 상부반사기층(140)을 투과한다. 이 투과광은 발산광으로서, 렌즈층(150)을 투과하면서 마이크로 렌즈(155)에 의해 집속되어 평행광이 된다.

- <58> 이때, 표면광 레이저의 특성 상, 그 출사되는 평행광의 빔 사이즈는 대략 수 내지 수십  $\mu\text{m}$  예컨대,  $15\mu\text{m}$  이다.
- <59> 따라서, 광섬유를 이용한 광통신 시스템에 본 발명에 따른 표면광 레이저를 채용하면, 그 표면광 레이저와 광섬유 사이에 충분한 광커플링을 얻을 수 있어, 광원과 광섬유 사이의 광커플링을 위한 별도의 볼렌즈(미도시) 등이 불필요하다.
- <60> 즉, 단일 모드 광섬유인 경우, 코어 직경은 최소  $10\mu\text{m}$ 이고, 다중 모드 광섬유인 경우 코어 직경은 수십  $\mu\text{m}$  예컨대, 최소  $62.5\mu\text{m}$ 이며, 본 발명의 표면광 레이저는 빔 크기가 대략  $15\mu\text{m}$  정도인 평행광을 출사하므로, 별도의 광커플링 렌즈 없이도, 본 발명에 따른 표면광 레이저에서 출력된 평행광을 광섬유로 높은 효율로 커플링시킬 수 있다.
- <61> 또한, 평행광을 필요로 하는 광헤드와 같은 광학시스템에 본 발명에 따른 표면광 레이저를 채용하면, 종래의 표면광 레이저를 사용하는 경우와는 달리 콜리메이팅 렌즈가 불필요한 이점이 있다.
- <62> 더욱이, 본 발명에 따른 표면광 레이저를 자유공간을 통해 광신호를 송수신하도록 된 광신호를 이용한 인터페이스에 채용하는 경우, 별도의 집속렌즈가 불필요하며, 광송수신부사이의 거리 배치의 자유도가 커서, 광학적인 구조가 간단하고 정렬이 쉬울 뿐만 아니라, 표면광 레이저 및/또는 광검출소자를 컴팩트하게 어레이로 배치할 수 있다.
- <63> 이하에서는, 수학적 1을 만족하도록 마련된 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저로부터 평행한 레이저광이 출사될 수 있는 원리를 도 3 및 도 4를 참조로 설명한다.
- <64> 도 3 및 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저의 구조를 기하광학적인 측면에서 나타낸 것이다.

<65> 도 3을 참조하면, 활성층(120)의 광 발생영역 즉, 제1초점(0)에서부터 마이크로 렌즈(155)의 광축 상의 정점까지의 거리를 S1, 마이크로 렌즈(155)의 정점으로부터 그 마이크로 렌즈(155)의 제2초점까지의 거리를 S2, 광 발생영역으로부터 렌즈층(150)까지 광이 경유하는 매질 즉, 상부반사기층(140) 및 렌즈층(150)에 대한 유효 굴절율을 n1, 마이크로 렌즈(155)를 경유하여 출사된 광이 진행하는 영역 예컨대, 공기 영역의 굴절율을 n2 라 할 때, 도 3의 구조에 대한 렌즈 기하학의 식은 수학식 2와 같다. 여기서, n2는 공기영역으로 대략 1.0이다.

<66> 【수학식 2】

$$n1/S1 + n2/S2 = (n2-n1)/R$$

<67> 이때, 활성층(120)에서 발생된 발산광이 상기 마이크로 렌즈(155)에 의해 집속되어 도 4에 도시된 바와 같이, 평행광으로 출력되려면, 상기 S2는 도 4에 도시된 바와 같이 무한대가 되어야 한다.

<68> 그러므로, 수학식 2에서 S2를 무한대로 놓고, S1을 f로 치환하면, S2가 무한대가 되기 위한 제1초점 길이 f는 수학식 1과 같아진다.

<69> 따라서, 수학식 1을 만족하도록 형성된 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저는 대략적으로 평행광을 출력시킬 수 있다.

<70> 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 개략적으로 보인 도면으로, 본 실시예에 따른 표면광 레이저는 앞서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 표면광 레이저와 동일한 원리에 의해 평행 레이저광을 출사시키도록 마련되어 있으며, 하부 출사 타입(bottom emitting type)인 점에 차이가 있다. 여기서, 도 2와 동

일 참조부호는 실질적으로 동일 기능을 하는 동일 부재를 나타내므로 여기서는 그 설명을 생략한다.

<71> 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 기판(200)과, 상기 기판(200) 상에 순차로 적층 형성된 하부반사기층(210), 활성층(120) 및 상부반사기층(240)과, 상기 상부반사기층(240) 상에 형성된 상부전극(250)과, 상기 기판(200) 하면의 레이저광이 출사되는 윈도우(280) 영역을 제외한 영역에 형성된 하부전극(270)을 포함하여 구성되며, 상기 기판(200)쪽으로 레이저광이 출사되도록, 하부반사기층(210)이 상부반사기층(240)보다 작은 반사율을 갖도록 마련되어 있다.

<72> 상기 하부반사기층(210)이 상부반사기층(240)보다 작은 적층수를 가지면, 이 하부반사기층(210)의 반사율이 상부반사기층(240)보다 상대적으로 작아진다. 따라서, 대부분의 레이저광은 하부반사기층(210)을 통하여 출사된다. 여기서, 상기 상, 하부반사기층(240)(210)은 적층수를 제외한 물질 구성 및 적층 구조 등은 실질적으로 도 2를 참조로 설명한 본 발명의 제1실시예에서와 같으므로 여기서는 그 자세한 설명을 생략한다.

<73> 상기 기판(200)은 하부반사기층(210)쪽에서 입사되는 광을 투과시키도록 본 발명의 제1실시예에서 설명된 렌즈층(도 2의 150)과 마찬가지로, 발생된 레이저광 파장보다 밴드갭이 상기 레이저광을 거의 흡수하지 않는 물질로 이루어진 것이 바람직하다. 예를 들어, 표면광 레이저가 980nm 파장대역의 레이저광을 출사시키도록 된 경우, 상기 기판(200)은 GaAs로 이루어진다.

<74> 상기 기판(200)의 레이저광이 출사되는 윈도우(280) 영역에는 마이크로 렌즈(205)가 형성되어 있는데, 이 마이크로 렌즈(205)는 본 발명의 제1실시예에서와 마찬가지로

확산제어식각에 의해 형성된다.

- <75> 이때, 본 발명의 제2실시예에 따른 표면광 레이저는, 상기 마이크로 렌즈(205)의 곡률 반경을  $R'$ , 활성층(120)의 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈(205)까지의 광경로 상의 매질(즉, 하부반사기층(210) 및 기판(200))의 유효 굴절율을  $n1'$ , 마이크로 렌즈(205)를 경유하여 출사된 광이 진행하는 영역의 굴절율을  $n2$ , 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈(205)의 광축 상의 정점까지의 거리  $f'$ 라 할 때, 본 발명의 제1실시예에 따른 표면광 레이저와 마찬가지로  $f1' = R' \times n1' / (n2 - n1')$ 을 만족하도록 형성된다.
- <76> 따라서, 상기와 같은 본 발명의 제2실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저에서는, 상,하부전극(260)(270)을 통해 순방향 바이어스가 인가되면, 레이저 발진 과정을 거쳐, 특정 파장의 레이저광이 하부반사기층(210) 및 기판(200)을 투과하고, 이 투과광은 마이크로 렌즈(205)에서 집속되어 대략적으로 평행한 레이저광으로 출사된다.
- <77> 이상에서와 같은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 마이크로 렌즈(155/205)의 제1초점이 활성층(120)의 광 발생영역에 위치되도록 마련되어, 좁은 범위의 광 발생영역(이상적으로는 점)에서 발생되어 마이크로 렌즈(155/205)로 입사되는 광을 집속시켜 평행광을 출사시킨다.
- <78> 도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저를 개략적으로 보인 도면이다. 여기서, 도 2에서와 동일한 참조부호는 실질적으로 동일 또는 유사한 기능을 하는 부재를 나타내므로 그 자세한 설명을 생략한다.
- <79> 본 실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 후라운호퍼 회절(Fraunhofer diffraction) 조건을 만족하는 직경(D)을 갖는 윈도우(380)를 구비하여, 상

기 윈도우(380)에서의 후라운호퍼 회절이 마이크로 렌즈(355)의 초점력에 의해 상쇄되어  
평행광을 출사시키도록 마련되어 있다.

<80> 이때, 상기 윈도우(380)의 직경(D) 및 마이크로 렌즈(355)의 초점 길이(f)의 관계  
가 수학식 3을 만족하는 것이 바람직하다. 여기서,  $\lambda$ 는 본 발명에 따른 표면광 레이저  
로부터 출사되는 레이저광 파장이다.

<81> 【수학식 3】

$$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$$

<82> 또한, 상기 윈도우(380)는 그 직경(D)이 고저항부(330)의 개구(330a)의 직경과 유  
사하거나 작도록 된 것이 바람직하다. 이때, 본 실시예에 있어서, 고저항부(330)의  
개구(330a)는 본 발명의 제1 및 제2실시예에서의 개구(130a)보다 상대적으로 큰 직경을  
가지는 것이 바람직하다.

<83> 그러면, 활성층(120)의 본 발명의 제1 및 제2실시예에서보다 넓은 영역에서 광이  
발생되고, 발생되어 윈도우(380)쪽으로 진행하는 광은 본 발명의 제1 및 제2실시예에서  
보다 평행광에 가깝기 때문에, 후라운호퍼 회절 조건을 본 실시예에 그대로 적용할 수  
있다.

<84> 여기서, 수학식 3은 상기 윈도우(380) 및 마이크로 렌즈(355)가 동일 평면에 위치  
된 경우를 가정한 것으로, 윈도우(380)와 마이크로 렌즈(355)가 동일 평면에 위치되지  
않으면, 그 둘 사이의 거리만큼 상기 f값을 보정해주면 된다.

<85> 이하에서는, 본 발명의 제3실시예에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저로부  
터 평행한 레이저광이 출사되는 원리를 설명한다.

<86> 도 7을 참조하면, 직경 D인 윈도우(380)를 통과하는 광은 윈도우(380)가 작을수록 회절이 보다 많이 일어나게 된다. 윈도우(380)의 크기가 충분히 작고, 원형 윈도우(380)로부터 관측면(S)까지의 거리(d)가 충분히 크면, 프레넬 수(Fresnel Number)  $N_f$ 가 수학식 4를 만족하게 되어 후라운호퍼 회절(Fraunhofer diffraction) 조건을 만족하게 된다. 여기서, 본 발명에 있어서, 상기 관측면(S)은 상기 마이크로 렌즈(355)의 일 초점이 된다.

<87> 【수학식 4】

$$N_f = \frac{D^2}{\lambda d} \ll 1$$

<88> 본 실시예에 따른 표면광 레이저는, 후라운호퍼 회절 조건 즉,  $N_f \ll 1$ 을 만족하는 직경(D)의 윈도우(380)를 구비하므로, 그 윈도우(380)를 통과하는 광에 의해 형성된 후라운호퍼 회절 패턴은 에어리(Airy) 패턴이 된다. 이러한 동심원 형태의 회절 패턴은, 관측면에서 볼 때, 중심에 위치된 0차 회절광의 강도가 가장 크고, 그 0차 회절광의 반경( $R_s$ )은 수학식 5와 같다.

<89> 【수학식 5】

$$R_s = \frac{1.22 \lambda d}{D}$$

<90> 본 실시예에 따른 표면광 레이저는, 도 8에 도시된 바와 같이, 마이크로 렌즈(355)가 윈도우(380)의 앞, 뒤 또는 동일 평면에 위치된 구조이다. 여기서, 도 8은 관찰자의 원리 이해를 돕고 도시의 편의를 위해 윈도우(380)의 앞에 마이크로 렌즈(355)를 도시하였다.

<91> 마이크로 렌즈(355)와 윈도우(380)가 동일 평면에 위치된 것으로 고려할 때, 윈도

우(380)로부터 상기 마이크로 렌즈(355)의 초점 길이(f)만큼 떨어진 일 초점에 위치한 관측면(S)에서 빔 직경은, 강도가 가장 큰 0차 회절광만을 고려할 때, 수학식 6과 같다.

<92> 【수학식 6】

$$R_s = \frac{1.22 \lambda f}{D}$$

<93> 관측면(S)에서의 광이 평행광이 되려면, 관측면에서의 0차 회절광의 직경( $2R_s$ )과 원도우(380)의 직경(D)이 같아야 하므로, 이러한 조건( $R_s = D/2$ )을 수학식 6에 대입하면, 원도우(380)의 직경 D와 마이크로 렌즈(355)의 초점 길이(f) 사이의 관계식을 수학식 3과 같아진다.

<94> 따라서, 본 실시예에서와 같이, 원도우(380)를 후라운호퍼 회절 조건을 만족하는 크기로 형성하면, 원도우(380)에서의 후라운호퍼 회절이 상기 마이크로 렌즈(355)의 초점력에 의해 상쇄되어 평행광이 출사될 수 있다. 특히, 원도우(380) 및 마이크로 렌즈(355)가 수학식 3을 만족하도록 형성되면, 본 실시예에 따른 표면광 레이저에서는 출사되는 평행광을 극대화시킬 수 있다.

<95> 여기서, 본 실시예에 따른 표면광 레이저가 원도우(380)와 마이크로 렌즈(355)가 동일 평면에 위치되지 않는 구조로 된 경우에도, 원도우(380)의 직경(D)과 마이크로 렌즈(355)의 초점 거리(f)를 설계하는 데는 수학식 3을 그대로 적용할 수 있다. 이 경우, 본 실시예에 따른 표면광 레이저로부터 출사되는 레이저광 중에서 평행 레이저광 성분이 차지하는 비율은 앞서의 경우보다 다소 줄어들겠지만, 허용 오차 범위 이내이면 평행광을 필요로 하는 광학 시스템에 적용할 수 있기 때문이다. 또한, 앞서 언급한 바와 같이, 원도우(380)와 마이크로 렌즈(355)가 동일 평면에 위치되지 않은 경우, 수학식 3의 f는



마이크로 렌즈(355)의 초점거리값에 윈도우(380)와 마이크로 렌즈(355) 사이의 거리만큼 더해주거나 빼준 값이 될 수 있다.

<96>       상기한 바와 같은 본 발명의 제3실시예에 따른 표면광 레이저가 예를 들어, 파장 850 nm 인 레이저광을 출사하며, 초점거리 1mm인 마이크로 렌즈를 구비하는 경우, 윈도우의 직경을  $45.54\mu\text{m}$ 로 하면, 그로부터 평행 레이저광이 출사된다.

<97>       이상에서는, 윈도우(355)가 직경 D를 가져, 원형인 것으로 설명 및 도시하였으나, 상기 윈도우(355)의 모양은 변경될 수 있다. 상기 윈도우(355)의 형태가 원형 이외인 경우, 상기 D는 그 윈도우(355)의 최대폭을 나타낸다.

<98>       여기서, 도 6은 도 2에 대응하는 상부 출사 타입(top emitting type)의 표면광 레이저를 예시한 것으로, 도 5에서와 같은 하부 출사 타입에도 본 발명의 제3실시예의 원리가 그대로 적용될 수 있음은 물론이며, 여기서는 그에 대한 자세한 설명 및 도시를 생략한다.

#### 【발명의 효과】

<99>       상기한 바와 같은 본 발명에 따른 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저는, 대략적으로 평행한 레이저광을 출력한다.

<100>       따라서, 본 발명에 따른 표면광 레이저를 광섬유를 이용한 광통신이나 광신호를 이용한 인터페이스 분야 등의 광전송 시스템, 기록재생장치용 광헤드 등의 광학 시스템에 채용시 집속렌즈 또는 콜리메이팅렌즈가 불필요하므로, 광축 정렬 구조가 간단하여, 광학 시스템 구축 비용을 크게 줄일 수 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 고 반사율을 갖도록 적층 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 적층 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층 상에 레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 렌즈층과; 상기 상부반사기층 위쪽의 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면에 형성된 하부전극;을 포함하며,

광 발생영역으로부터 상기 마이크로 렌즈의 광축 상의 정점까지의 거리를  $f$ , 상기 마이크로 렌즈의 곡률 반경을  $R$ , 상기 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈까지 광이 경유하는 매질의 유효굴절율을  $n_1$ , 상기 마이크로 렌즈를 경유하여 출사된 광이 진행하는 매질의 굴절율을  $n_2$ 라 할 때,

$f = R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ 을 만족하도록 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

## 【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 상부반사기층과 하부반사기층 사이에 상기 활성층에 상대적으로 가깝게 위치되며, 그 중앙부에 전류가 통과하는 개구가 형성된 고저항부;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

## 【청구항 3】

기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 고 반사율을 갖도록 적층 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 적층 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층 상에 레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 렌즈층과; 상기 상부반사기층 위쪽의 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면에 형성된 하부전극;을 포함하며,

상기 윈도우는 후라운호퍼 회절 조건을 만족하면서 상기 활성층에서 발생되어 상기 윈도우쪽으로 진행하는 광의 빔 크기보다 작은 최대폭을 가지며,

상기 윈도우에서의 후라운호퍼 회절이 상기 마이크로 렌즈의 집속력에 의해 상쇄되도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

## 【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 윈도우의 최대폭을  $D$ , 상기 마이크로 렌즈의 초점 길이를  $f$ , 출사되는 레이저 광 파장을  $\lambda$ 라 할 때, 상기 최대폭  $D$ 와 초점 길이  $f$ 의 관계가

$D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$  을 만족하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

## 【청구항 5】

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 상부반사기층과 하부반사기층 사이에 상기 활성층에 상대적으로 가깝게 위치되며, 그 중앙부에 전류가 통과하는 개구가 형성된 고저항

부;를 더 구비하며, 상기 고저항부의 개구는 상기 윈도우의 최대폭과 유사하거나 큰 최대폭을 가지는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

#### 【청구항 6】

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 렌즈층은, 상기 레이저광 파장보다 밴드갭이 커서 그 레이저광을 흡수하지 않도록, 인듐 포스파이드, 갈륨 아세나이드, 인듐 아세나이드, 갈륨 포스파이드, 인듐 갈륨 포스파이드, 인듐 갈륨 아세나이드, 알루미늄 갈륨 아세나이드를 포함하는 III-V족 화합물 반도체나 실리콘으로 이루어진 반도체 군으로부터 선택된 어느 하나 이상의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

#### 【청구항 7】

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 마이크로 렌즈는 확산제어식각에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

#### 【청구항 8】

레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 높은 반사율을 갖도록 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층상에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면의 레이저광이 출사되는 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 하부전극;을 포함하며,

광 발생영역으로부터 상기 마이크로 렌즈의 광축 상의 정점까지의 거리를  $f$ , 상기

마이크로 렌즈의 곡률 반경을  $R$ , 상기 광 발생영역으로부터 마이크로 렌즈까지 광이 경유하는 매질의 유효 굴절율을  $n_1$ , 마이크로 렌즈를 경유하여 출사된 진행하는 매질의 굴절율을  $n_2$ 라 할 때,

$f = R \times n_1 / (n_2 - n_1)$ 을 만족하도록 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

#### 【청구항 9】

제8항에 있어서, 상기 상부반사기층과 하부반사기층 사이에 상기 활성층에 상대적으로 가깝게 위치되며, 그 중앙부에 전류가 통과하는 개구가 형성된 고저항부;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로 일체형 표면광 레이저.

#### 【청구항 10】

레이저광을 투과시키는 물질로 이루어지고, 레이저광이 출사되는 윈도우 영역에 마이크로 렌즈가 형성된 기판과; 상기 기판 상에 상대적으로 낮은 반사율을 갖도록 형성된 하부반사기층과; 상기 하부반사기층 상에 형성되어 전자와 정공의 재결합으로 광을 생성하는 활성층과; 상기 활성층 상에 상기 하부반사기층보다 높은 반사율을 갖도록 형성된 상부반사기층과; 상기 상부반사기층 상에 형성된 상부전극과; 상기 기판 하면의 레이저광이 출사되는 윈도우 영역을 제외한 영역에 형성된 하부전극;을 포함하며,

상기 윈도우는 후라운호퍼 회절 조건을 만족하면서 상기 활성층에서 발생되어 상기 윈도우로 진행한 광의 빔 크기보다 작은 최대폭을 가지며,

상기 윈도우에서의 후라운호퍼 회절이 상기 마이크로 렌즈의 집속력에 의해 상쇄되도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

**【청구항 11】**

제10항에 있어서, 상기 윈도우의 최대폭을  $D$ , 상기 마이크로 렌즈의 초점 길이를  $f$ , 출사되는 레이저 광 파장을  $\lambda$ 라 할 때,  $D = \sqrt{2 \times 1.22 \lambda f}$  을 만족하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

**【청구항 12】**

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 상부반사기층과 하부반사기층 사이에 상기 활성층에 상대적으로 가깝게 위치되며, 그 중앙부에 전류가 통과하는 개구가 형성된 고저항부;를 더 구비하며, 상기 고저항부의 개구는 상기 윈도우의 최대폭과 유사하거나 큰 최대폭을 가지는 것을 특징으로 하는 마이크로 일체형 표면광 레이저.

**【청구항 13】**

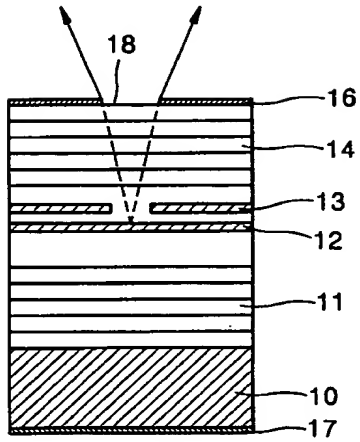
제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기판은, 상기 레이저광 파장보다 밴드갭이 커서 그 레이저광을 흡수하지 않도록, 인듐 포스파이드, 갈륨 아세나이드, 인듐 아세나이드, 갈륨 포스파이드, 인듐 갈륨 포스파이드, 인듐 갈륨 아세나이드, 알루미늄 갈륨 아세나이드를 포함하는 III-V족 화합물 반도체나 실리콘으로 이루어진 반도체 군으로부터 선택된 어느 하나 이상의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

**【청구항 14】**

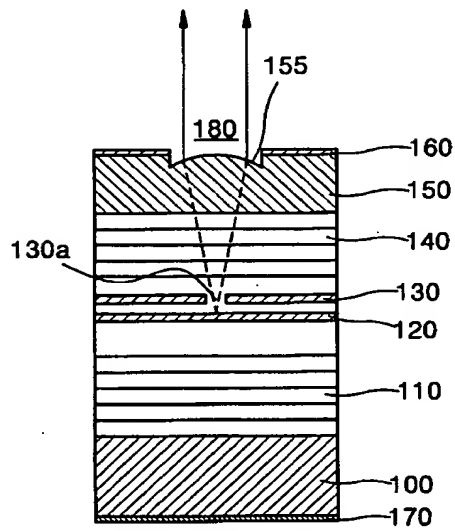
제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 마이크로 렌즈는 확산제어식각에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 일체형 표면광 레이저.

## 【도면】

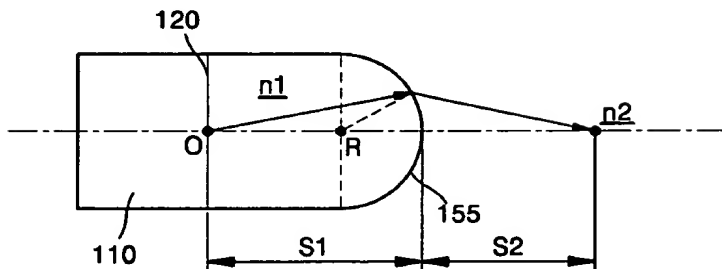
【도 1】



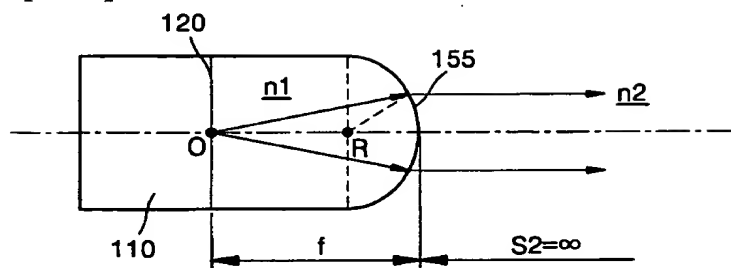
【도 2】



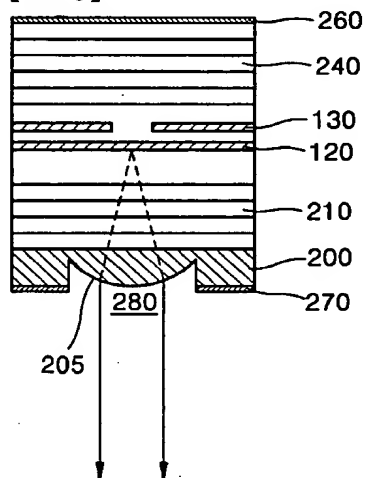
【도 3】



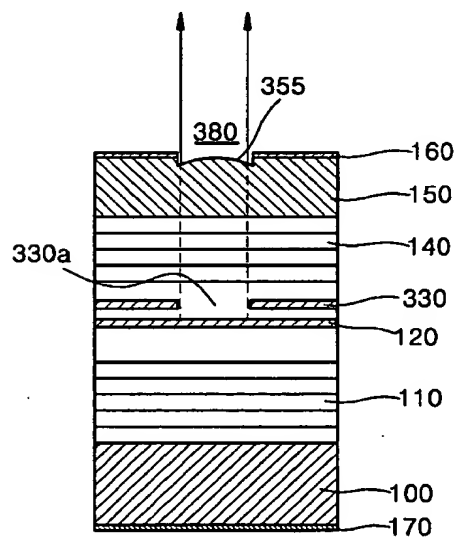
【도 4】



【도 5】

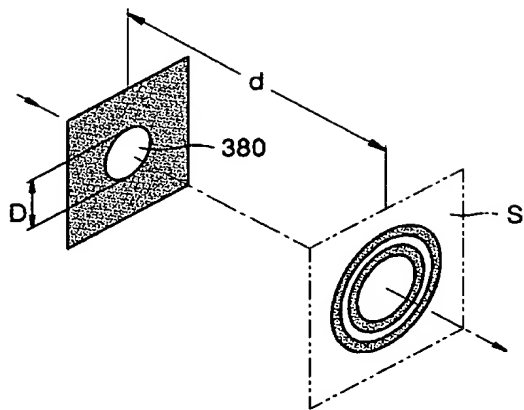


【도 6】





【도 7】



【도 8】

